

明 細 書

表面欠陥検査方法及び装置

技術分野

- [0001] 本発明は、所定のレイアウトパターン of 照射光を被検査面に照射し、照射光を照明された被検査面を撮像して検査を行う表面欠陥検査技術に関する。

背景技術

- [0002] この種の表面欠陥検査の代表例として、自動車ボディ(具体的にはバンパー)の塗装面の検査に使用される技術を挙げることができる。このような表面欠陥検査では、被検査面としての塗装面上に存する凹凸や傷等が、その検査対象となる。

発光面でパターンを成す照射光を使用する検査技術として、所謂、ストライプ状、即ち、横縞模様の明暗を作り出している照射光を塗装面に照明して、照明状態にある塗装面を撮像カメラにより撮像し、得られる撮像画像を用いて表面検査を行う技術がある。

- [0003] この種の検査システムの具体的構成を図17に示した。

図17に示す欠陥検査システムにあっては、検査対象となる複数のバンパーがストックされたストックステーション202から、投入員204が随時、バンパー1を取り出し、バンパー1を保持して姿勢変更するロボット22に取り付ける。

- [0004] ロボット22はバンパー1を保持したまま、図17に示す回転軸22d周りに回転させ、バンパー1を姿勢変更する。この姿勢変更に対応して、システムには所定の横縞パターンで光を照明する照明装置220が備えられている。図示する例にあっては、バンパー1が姿勢変更を行う移動空間を囲むように、この装置220が設けられている。照射光の照明パターンは、バンパー1の回転軸22dに平行なストライプ状の明暗パターンである。

- [0005] 照明装置220の所定箇所には、複数の撮像カメラ4が設けられており、これらカメラ4によりバンパー1に写り込んだ照射光の明暗パターンが撮像される。撮像結果は、解析側へ送られ、欠陥の有無等の評価が行われる。

- [0006] ロボット22より下手側に位置する検査員201は、ロボット22による保持・姿勢変更を

終了した後、バンパー1を取り外し、目視検査等の後工程におくる。

[0007] この時、検査員201は欠陥評価手段からの評価情報を得ており、検査において注目すべき箇所の情報をえており、迅速確実に作業を進める。

[0008] この構成の表面欠陥検査の基本原理を示したのが、図18である。

同図に示すように、塗装面を所定方向(例えばR方向)に移動させていった場合に、塗装面上にある凹凸面といった欠陥の画像部分が、前記移動方向Rに直交する方向(例えば図18における紙面表裏方向)の座標を変えることなく、その方向座標(R座標)を変えながら撮像されることを利用して、欠陥の検出を行うことができる。

[0009] 即ち、欠陥領域は撮像画像において、明のストライプ部位では暗く、暗のストライプ部位では明るく撮像されることを利用して欠陥を識別することから、欠陥は、ストライプの明部分及び暗部分の中間階調画像として捕らえることができる。同様の検査原理を使用する技術が特許文献1に示されている。

[0010] さらに、表面の周期的な凹凸である「ゆず肌」と呼ばれる欠陥を検出しようとするために、照射光である明暗ストライプの境界線の撮像画像上でのゆらぎにより塗装厚みの斑を見出そうとするものがある(特許文献2参照)。

[0011] この検査手法では、被検査面を移動させる必要はないが、概して、塗装面の比較的広い範囲に渡ってストライプの境界線画像に位置ずれを起こさせるような乱れが発生している塗装面が検出対象となる。

[0012] 特許文献1: 日本国特開平8-145906号公報(図5、図9及び図15)

特許文献2: 日本国特開平9-126744号公報(図13)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1及び2のような従来の表面欠陥検査では、被検査面を照明する照明部がストライプ状の明暗パターンを塗装面に照明するので、表面検査に用いる照射光の回り込みは、ストライプ状の明暗パターンと直交(横断)する方向でしか発生しない。

結果、被検査面に、このストライプパターンのストライプ方向(ストライプの延長方向と同方向)に欠陥が存在した場合において、この種の欠陥が捕らえにくい。

[0014] さらにこの技術では、実質上、凸状欠陥しか抽出できず、写り込み箇所について明暗差を得難く二値値処理で誤検出が出やすい。また、意匠ライン及びその近傍の欠陥が捉えにくい。

[0015] さらに、図17、18に示すように、検査に使用する照射光の照明光軸と、撮像カメラの撮像光軸とが交差するために、撮像カメラに取り込める光量の点で充分でなく改善の余地がある。

また、このような検査系においては光学的な複雑さから、欠陥評価側の処理も複雑にならざるを得ない。同時に、照射系、撮像系の位置関係を厳密なものとする必要が生じる。

[0016] 本発明の目的は、照射系と撮像系との構成が最も合理的かつシンプルであり、信頼性の高い検査を行うことが可能な表面欠陥検査技術を得ることにある。

課題を解決するための手段

[0017] 本願に係る、被検査面に所定のパターン形状の照射光を照射し、被照射状態にある前記被検査面の撮像画像により前記被検査面を検査する表面欠陥検査方法の特徴は、

前記照射光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積(発光する部分の面積)が非照射面積(暗領域となっている部分の面積)より小さい照射光を照射面から照射し、

前記撮像画像における、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報に基づいて、前記被検査面を検査することである。

[0018] この方法にあつては、明部分が網目状に分布され、その明部分の中に閉領域となる暗部分(暗面)が存在する照射光を照射面から照射する。

この照射光が照射された被検査面を、CCDカメラ等の撮像装置で撮像すると、被検査面が平面で、その面上に欠陥が無い場合は、照射側の網目状の明暗パターンがほぼそのまま映り込む。これに対して欠陥が存在する場合は、欠陥が暗部分の直下等にある場合、照射側の明部分から照射された光が、欠陥で光路を曲げられて、本来、暗部分となるべき領域(非照射領域)に映り込む。

[0019] 結果、暗部分である網目内の概略中央に独立明点が形成できる。本願では、この

現象を利用して、欠陥を検出することが可能となる。そして、網目内形状が同一とされていることで、任意の網目内に位置する可能性がある欠陥をほぼ同等な条件で検出することが可能となる。

さらに、この構成は、網目が照射部に網目内が非照射部に対応し、非照射面積が大きく選択されていることで、暗部分に現れる明部として、欠陥を検出する確率を高いものとする。

[0020] また、本願にあっては、明部分が網目状に形成されているため、暗部分を囲む全周から、この種の映り込み光を、二次元的な広がりを持つ撮像装置の所定位置画素に入光させることが可能となり、従来、困難であった、形状、大きさ、深さの欠陥を検出できるようになった。

発明者らの検討では、網目の大きさを平均直径(網目を円と見なした場合の直径である)を25mm程度にする場合、平面視概略丸で、半径0.3mm、深さが0.03mm程度の欠陥を、通用のCCDカメラで識別できた。

また、検査に際して、被検査体を、通常、表面欠陥検査装置に対して、相対移動をさせながら順次検査して行くこととなるため、この移動に伴って、いずれかの網目部で、欠陥を明確な欠陥画像として捕らえて、確実な検出を行える。

[0021] さらに、明部分と暗部分の境界線は網状を成すため、「ゆず肌」等の欠陥の検出に際して、従来型のストライプが有した検出の様に特定の方向性を有するという問題を解消できる。

[0022] このような表面欠陥検査方法を使用する、

被検査面に所定のパターン形状の照射光を照射する照射手段と、前記照射光が照射された被照射状態にある前記被検査面の撮像画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られる撮像画像を画像処理する画像処理手段とを備えた表面欠陥検査装置としては、

前記照射手段が、前記照射光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい照射光を照射面から照射し、

前記画像処理手段が、前記画像処理において、前記被検査面の非照射領域に対

応する画像領域の明暗情報を処理可能に構成することで、装置を構成することができる。

[0023] さて、上記方法において、正常な被検査面に前記照射光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、前記非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を注目領域として検査を行うことが好ましい。

[0024] 上述のように、本願では、主に、欠陥の存在に起因して、明暗パターンの明部分からの光の映り込みを利用して欠陥の検出を行うことが可能となるため、その欠陥画像は、照射部分の輝度である高輝度と、非照射部分の輝度である低輝度との中間輝度となる。

従って、高輝度部及び低輝度部を除くことで、欠陥の存在の確率が高い領域を容易に抽出することができ、簡単な画像処理で、迅速に目的の欠陥によると考えられる画像領域を抽出できる。

[0025] このような処理を実行する表面欠陥検査装置は、正常な被検査面に前記照射光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、前記非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、前記画像処理手段が、撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を抽出する中間輝度領域抽出手段を備えた構成で達成できる。

[0026] さて、本願の表面欠陥検査方法で使用する照射光は、その照射面において、発光側である明部が網目状をなし、その網目内が暗部とされている、従って、このパターンは、被検査面が平面であり網目の撮像にゆがみを発生しない場合、被検査面が曲面であり網目の撮像にゆがみを発生する場合、共に、撮像画像でも踏襲される。従って、欠陥とは実質的に関係のない網目の正常部分は、画像処理において、連続する明部として注目領域から排除することが可能となる。

[0027] 即ち、前記被検査面の照射領域に対応する画像領域を、連続する明領域として抽出するとともに、この連続する明領域を注目領域から排除することで、容易に欠陥に対応する画像であるらしい領域を抽出することができる。

- [0028] このような表面欠陥検査方法を実行するには、前記画像処理手段に、
前記被検査面の照射領域に対応する画像領域である連続した明領域を抽出する
連続明領域抽出手段と、抽出された前記連続した明領域を注目領域から排除する
排除手段を備えておけばよい。
- [0029] さらに、上記表面欠陥検査方法において、前記被検査面の非照射領域に対応する
画像領域を、閉じた暗領域毎に抽出するとともに、前記閉じた暗領域内に独立の明
領域が存在する場合に、前記独立の明領域を注目領域とすることが好ましい。
- [0030] この方法では、照射光が網目状を成していることに注目して、この網目内の領域を
基本的に閉を成す暗領域として認識し、この暗領域内に独立の明領域が存在する
場合は、非検査面に異常(欠陥)が存在する可能性があるとして、注目領域とする。
この場合は、例えば、被検査面が曲面となっており、基本となる網目形状に比較
的大幅な変形が発生する場合にあっても、照射光が有する形状的特徴を利用して、有
効な欠陥検出を実行できる。
- [0031] この表面欠陥検査方法を使用する表面欠陥検査装置を構成する場合には、
先に説明した画像処理手段が、
被検査面の非照射領域に対応する画像領域である閉じた暗領域を各別に抽出す
る閉暗領域抽出手段と、
抽出された閉じた暗領域内に存する独立の明領域を抽出する独立明領域抽出手
段とを備える構成とすることで、上述の表面欠陥検査方法を実行できる。
- [0032] さらに、照射手段において前記照射光が、網目状に分布された複数の発光素子に
より形成されることが好ましい。
この場合は、発光素子を使用することで、間接照射構造を取る場合等、輝度不足
に伴う微小欠陥の見逃し等が発生する可能性を低減でき、十分な照射側での輝度を
確保して、確実に信頼性の高い検査を行える。また、例えば、黒板上における発光
素子の分布の変更で、任意の網目状分布を有する照射光を得ることが可能となる。
- [0033] さらに、後にも示すように、本願にあつては、撮像装置の焦点を照射側の照射面(
発光面)に合わせて撮像画像を得るが、この場合に、発光素子の発光部とその背景
との輝度差を大きく取れるため、撮像側の画像をよりシャープなものとでき、一般に、

ぼけた、小さな画像となりやすい欠陥起因の画像部位を容易に浮き立たせることができる。

[0034] 一方、照射手段において照射光が、網目状に分布された幅狭のスリット間を透過して形成されることも好ましい。この場合は、従来、行われてきたように、光源の前に拡散板を、さらに前に網目内の形状に合わせた暗部分を形成するための遮蔽体を分配配置することで、本願の使用目的に合致した照射光を容易に得ることができる。さらに、その境界線も明確とできる。

[0035] さらに、これまで説明してきた技術において、前記網目の大きさを調節可能に構成されていることが好ましい。

[0036] 本願のように、欠陥による映り込み光を利用する場合は、撮像側からみれば、欠陥を介して反射された光線の光路が、網目を成す明部分に届く必要があり、検出対象の欠陥の大きさ(開口面積、深さ等を含む)と、網目の大きさに、映り込みが発生するかどうか大きく関係する。従って、網目の大きさを調節可能にすることにより、所定の大きさの欠陥に対して検出が良好に行える大きさの網目を選択して、良好に検出を行える。

[0037] さらに、前記被検査面の照射領域と非照射領域との輝度差を調節可能に構成されていることが好ましい。

[0038] 例えば、検査対象が自動車ボディの塗装面である場合、その面としては、ほぼ平面とみなせる部位があったり、曲面部があったりする。従って、照射系、撮像系における光路距離にはばらつきがあり、欠陥の検出に必要な光量を常に良好な状態で確保できるとは限らない。

しかしながら、前記輝度差を調節可能にしておくと、映り込みに必要な光量を被検出対象の状態に応じて選択しやすく、信頼性の高い検出を行える。

[0039] 以上の説明にあつては、照射光の形成方法を問うものではないが、現行の技術では、本願のような比較的複雑なパターンを成す照射光を形成するには、製造技術上、多数の発光素子を所定のレイアウトパターンに分布させて構成することが最も現実的である。

従って、このような構成を採る場合における、本願の目的を達成するための表面欠

陥検査装置の構成は、以下のようにする。

- [0040] 所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラと、前記撮像カメラの撮像情報を出力する出力部を備えた表面欠陥検査装置の本発明に係る特徴構成は、
- 前記レイアウトパターンが前記発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させたものであり、少なくとも1つの前記暗面に前記撮像カメラが前記被検査面から反射される前記各発光素子の照射光を受光するように配置されていることとする。
- [0041] この欠陥表面欠陥検査装置においても、その検査原理として、照射光の映り込みを利用するが、この検査原理を利用する場合、照明部に、内側に所定形状の暗面を残すように配置された発光素子の連続的なレイアウトパターンを採用する。
- [0042] このようにすると、例えば、塗装面が平面で、照明部における発光素子のレイアウトパターンが六角形で、塗装面の法線方向に照射光の光軸および撮像カメラの光軸が向けられている場合、塗装面に欠陥がなければ撮像は六角形の明暗パターンとなる。しかしながら、欠陥がある場合、この欠陥により六角の内部に形成された暗面に輝度領域が、図7に示すように孤立点として形成される。従って、この欠陥起因の像を撮像カメラで確実に撮像することができる。
- [0043] しかも、暗面に撮像カメラを配置することで、照射光の光軸方向と撮像側の光軸方向を一致させることが可能となり、所謂、落射状態での撮像検査が可能となる。
- [0044] そして、前記出力部からの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価部を備える構成としておくと、画像処理技術として確立された解析技術を利用して、自動的に欠陥箇所を評価、割り出しできる。
- [0045] さて、前記レイアウトパターンが、所定方向において繰り返される繰り返しレイアウトパターンであることが好ましい。
- [0046] このような繰り返しパターンとすることで、例えば、発光素子のレイアウトパターン部位とその内部に設けられる暗面とを単位として、撮像に対する画像処理を、同一の基準で繰り返し行うことができる。また、被検査面が移動している場合、同一の被検査面部位を繰り返して検査でき、当該被検査面部位について信頼性を高める十分な情報

を得ることができる。

- [0047] さらに、前記被検査面を前記複数の発光素子及び前記撮像カメラに対して相対搬送移動する搬送機構を備え、前記レイアウトパターン of の繰り返し方向が前記相対搬送方向であることが好ましい。

この種の表面欠陥検査にあつては、被検査面が自動的に移動する状態で検査される場合もあり、所定のレイアウトパターン of の繰り返しで、順次、特定の被検査面を繰り返して撮像し、撮像情報を得ることで、信頼性の高い検査を行える。

- [0048] さらに、前記複数の発光素子 of の発光面 (照射面) と、前記撮像カメラ of の撮像面が同一平面内にあることが好ましい。

この種の検査にあつては、撮像画像における画像の明るさ、さらには、その画像部位の位置等は、発光面と撮像面とに対する被検査面の位置関係に大きく影響される。その点、発光面と撮像面とを同一平面上に位置させることで、これらが一体化した撮像ユニットを容易に構築でき、この同一平面から被検査面までの距離の調節だけで、検査における光学構成を実質上特定することが可能となり、検査の信頼性をこの点からも確立できる。

- [0049] 以上、説明してきたように、照明部を、内側に所定形状の暗面を残すように発光素子を連続的に配置させたレイアウトパターンを複数組み合わせると、撮像カメラを通じて得られた被検査面の画像に多くの発光素子 of の発光像が存在することになり、その際被検査面の形状等の条件により、連続して配置されている発光素子 of の発光像が断続してしまつて、欠陥との区別が難しくなるという問題が生じる虞がある。

- [0050] この課題を解決するため、本発明による表面欠陥検査装置は、内側に所定形状の暗面を残すように発光素子を連続的に配置させたレイアウトパターンを複数組み合わせ構成された照明部と、前記照明部による照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラと、前記撮像カメラ of の出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価手段とから構成され、前記欠陥評価手段が、前記出力信号から生成された前記被検査面の明暗画像における孤立した突出輝度領域を欠陥候補と判定する孤立点抽出部と、前記明暗画像における前記連続配置された発光素子 of の発光像を示す領域に含まれる前記欠陥候補を欠陥候補から除外する欠陥

候補選別部を備える。

- [0051] この構成では、実質、網目(代表的にはリング)状に連続配置された発光素子群の照射ポイントの内側に、つまり暗面に対向する被検査面に存在している欠陥に対して、その欠陥の全周方向から照射光の一部があたることになり、欠陥像が暗い暗面像の中に明るく浮き上がることになって、明暗画像における孤立した突出輝度領域として欠陥候補を検知することが可能となるとともに、連続して配置されている発光素子の発光像が断続部分がやはり孤立した突出輝度領域(孤立点とも称する)として検知されることに対しては、所定パターンでの連続発光像の延長線上に存在する孤立点を欠陥候補から除外することで、欠陥誤検出は低減される。
- [0052] 被検査面を撮像カメラや照明部に対して相対的に移動させることにより、欠陥は必ず発光素子群の照射ポイントを外れて暗面に対向する位置にくるので、所定パターンで検知される突出輝度領域としての連続発光像の領域を欠陥判定対象外領域としても差し支えない。
- [0053] 多くの発光素子を連続的に配置した照明部を用いていることから、その発光素子の照射光の被検査面での反射光が撮像カメラで捉えられ、撮像カメラから出力される画像に発光像として生じることになるが、この発光像の輝度値は検査条件、特に被検査面の状況によって変動することになる。
- [0054] 本発明では、この発光像の輝度値が欠陥判定の重要なリファレンスとなるので、そのような変動を補償すべく、撮像カメラからの出力信号から前記明暗画像を生成する際に基準となる正常な被検査面から得られる前記連続配置された発光素子の発光像の輝度レベルに実際の検査時の連続する発光像領域の輝度レベルが実質的に一致するように画像処理を行う前処理部が備えられると好都合である。取得された撮像画像に対して予め基準となる被検査面に対して得られる発光像の輝度レベルに合わせるような輝度調整を施すことは、その後の欠陥判定の精度向上に結びつく。
- [0055] 被検査面が撮像カメラの撮影視野に比べて小さい場合などにおいて被検査面以外の被写体(背景など)が取得画像内に入り込むことになるが、このような不要画像領域の位置情報は予め予測できたり、良く知られた背景選択アルゴリズムで把握したりすることが可能であるので、本発明では、前述した欠陥候補から除外される突出輝度

領域を含むその周辺領域に背景などの不要画像領域を加えて統合した領域を欠陥判定対象外領域として所得画像に対してマスク処理することも提案されている。

本発明によるその他の特徴及び利点は、以下図面を用いた実施形態の説明により明らかになるだろう。

発明の効果

- [0056] 例えば、自動車ボディーの塗装面において、従来は検出することが困難であった欠陥を確実に検出することができるようになった。

発明を実施するための最良の形態

- [0057] 以下、本願の表面欠陥検査装置100に関して説明する。

本願の表面欠陥検査装置100は、図17に対応した図1に示す検査システム200に採用されるものであり、図1は、検査システム200の全体構成を、図2、3は表面欠陥検査装置100の全体構成を、図4は表面欠陥検査装置100の撮像ユニット300の構成を、図5は撮像情報の評価系の構成を示したものである。

- [0058] この検査システム200もまた、先に従来技術の項で説明したように、例えば、バンパー1の表面欠陥検査を目的とするものである。表面欠陥検査装置100は、このシステム200において、ストックステーション202の下手側、目視検査ステーション203の上手側に配設されており、この表面欠陥検査装置100には、本願独特の構成を有する撮像ユニット300が備えられている。

- [0059] この撮像ユニット300はバンパー1の外形形状に倣って倣い動作することで、検査を従来より格段に高い精度かつ信頼性で行うことを可能としている。

以下、検査システム200の構成、表面欠陥検査装置100における撮像ユニット300の倣い構成、撮像画像の処理の順に詳細に説明する。

- [0060] [検査システム]

図1に示すように、本願に係る検査システム200では、検査対象であるバンパー1の搬送ロボット2による移動経路が直線移動経路とされている。

図1において、検査対象のバンパー1は、図上、右上側から左下側へ搬送される。図示するように、検査は一对のバンパー1を一単位として行われる。従って、この搬送方向に沿って、ストックステーション202、表面欠陥検査装置100、目視検査ステー

ション203が設けられている。

ストックステーション202から搬送ロボット(搬送機構の一例)2へのバンパー1の移動が投入員204により行われ、検査員201によって目視検査が行われる点に関しては、従来通りである。

- [0061] 作業の流れに沿って説明すると、ストックステーション202から投入員204が随時一對のバンパー1を取り出し、搬送ロボット2のバンパー支持部2aに取り付ける。
- [0062] 搬送ロボット2は、バンパー1を保持したまま、搬送経路を下手側に移動する。このときバンパー1の姿勢変更は起こらず、搬送経路に沿って並進移動するのみである。バンパー1が表面欠陥検査装置100内に入ると、バンパー1の表面形状に倣うように、前述の撮像ユニット300が姿勢変更を伴って移動する。その移動形態は後述するように、撮像ユニット300の照明部3を検査面に平行に、且つ撮像カメラ4の光軸を検査面の法線方向に維持するもので、被検査面と撮像ユニット300との間の距離を一定とするものである。
- [0063] そして、撮像ユニット300に備えられる複数の撮像カメラ4によりバンパー1に写り込んだ照射光の明暗パターンが撮像される。撮像結果は、解析側である欠陥評価手段を成す欠陥評価部6へ送られ、欠陥の有無等の評価が行われる。
- [0064] 搬送下手側に位置する検査員201は、送られてくるバンパー1を目視検査するのであるが、図1に示されるように、この時、検査員201は欠陥評価部6からの評価情報を検査結果プロジェクタ15より、検査において注目すべき箇所情報としており、特にその箇所等を中心に目視検査を進めることができる。
- [0065] [表面欠陥検査装置における撮像ユニットの倣い構成]
a 撮像ユニット300
- 図4に、撮像ユニット300の平面図(a)、正面図(b)、平面視の詳細を(c)に示した。同図に示すように、撮像ユニット300は基本的には概略直方体形状を有したユニットフレーム300aと、このユニットフレーム300aの長手方向(図4(a)におけるL1方向)の両端にユニットフレーム300aから上下方向に延びる揺動支持フレーム部300bを備えて構成されている。
- [0066] 同図にも示されるように、前記ユニットフレーム300aの上側端面は、本願にいう照

明部3として構成されており、この照明部3には多数の発光素子30が六角形状を単位として繰り返しレイアウトで配設されている。

[0067] さらに、この照明部3の幅方向中央には、所定均等間隔で撮像カメラ4のレンズ面4a(即ち撮像部)が備えられている。図示する例にはあつては、10個の撮像カメラ4を備えた例を示している。図4(b)に示すように、ユニットフレーム300aの内部には、撮像カメラ4および発光素子30用のDC電源300cが設けられている。

[0068] b 倣い構造

上述の撮像ユニット300は、前記揺動支持フレーム部300bの先端に設けられている左右一对の支持軸300dでユニット300が支持されるように構成されている。この支持軸300dは、その軸心周りの回転が可能とされとともに、表面欠陥検査装置100の装置フレーム100aに対して、その上下方向およびその前後方向で移動可能に構成されている。

[0069] 図2は、前記装置フレーム100aを搬送経路に直交する正面方向から見た図面であり、同図において、搬送ロボット2は右側から左方向に移動する。

図3は、前記装置フレーム100aを搬送ロボット2の侵入側(即ち側面)から見た図面である。

[0070] 図2に示すように、装置フレーム100aは、その側面視が門型で、その正面視で方形の構造体として構成されている。

この装置フレーム100aに対して、その正面視の左右方向(搬送方向に沿う方向)に移動可能な走行フレーム100bと、上下方向に移動可能な上下移動フレーム100cとが備えられている。

[0071] この昇降フレーム100cは前記走行フレーム100bに設けられるレールrcに沿って上下方向に移動可能に構成されている。この上下方向移動は走行フレーム100bに中央部位に設けられる昇降モータMcによって実行される。

[0072] 前記走行フレーム100bの搬送方向移動は、この走行フレーム100bの走行を可能とするレールrb、及び装置フレーム100aに備えられた走行モータMbからの走行フレーム100bへの走行駆動を伝達する駆動伝達機構によって実行される。

[0073] さらに、図3に示されるように、前記揺動支持フレーム部300bの先端に設けられて

いる左右一対の支持軸300dに対しては、回転モータMdと、この回転モータMdの回転を減速して前記支持軸に伝達するギヤ伝達機構Gとを備え、回転モータMdの回転により撮像ユニット300の揺動姿勢の調整を実行可能に構成されている。

[0074] さて、現時点で撮像ユニット300で検査対象とするバンパー1の表面部位の位置および傾き(図2で示される傾き)を検出するためのレーザーセンサ400が備えられている(図1参照)。

このレーザーセンサ400からの情報は、倣い制御装置としての機能をも有するホストコンピュータ14に送られる。

[0075] このコンピュータ14では、バンパー1の形状情報、搬送ロボット2の搬送位置情報に基づいて制御指令が生成されるのであるが、前記レーザーセンサ400からの検出情報により制御情報を補正して、前述の昇降モータMc、走行モータMb、回転モータMdの各モータに制御情報を送り、撮像ユニット300が、被検査面に対して適切な位置関係をとるように自動制御される。

[0076] この適切な位置関係とは、図2に示すように、撮像カメラ4の光軸が被検査面の法線方向とされ、照明面(発光面3a)が被検査面に対して平行で、照明面(発光面3a)および撮像面(即ちレンズ面4a)が共に、被検査面から所定の距離にある関係をいう。図2では、異なった2つの被検査面に対する撮像ユニット300の位置および姿勢を模式的に示している。

[0077] [撮像画像の処理]

本願に係る表面欠陥検査装置1にあつては、図4、5に示すように、撮像検査の主要な系統は、上述のように、照射光を被検査面であるバンパー1の塗装面に照明する照明部3と、この照明部3で照明された被検査面を撮像する撮像カメラ4と、この撮像カメラ4からの出力信号を用いた被検査面における欠陥の存在の評価やその評価欠陥の出力を行う画像処理コントローラ5から構成される。

[0078] 図4、5に示すように、このコントローラ5は、上述のホストコンピュータ14に対する下位コンピュータとして位置されるものであり、この画像処理コントローラ5自体の出力部10に接続される出力機器としてのモニタ12やプリンタ13とを備えている。

[0079] 画像処理コントローラ5には、照明部3の制御を行う照明・撮像制御部9、撮像カメラ

4からの出力信号を取り込んでデジタル画像データ(以下単に入力画像と称する)としてメモリ8に展開する画像入力部7、入力画像を用いて欠陥評価を行う欠陥評価部6を有している。

[0080] さらに画像処理コントローラ5は、通信部11を介してホストコンピュータ14にデータ伝送可能に接続されている。

このホストコンピュータ14には必要に応じて画像処理コントローラ5にダウンロードされる検査対象となるバンパー1の情報や搬送装置である搬送ロボット2の動作情報が蓄積され、さらに、画像処理コントローラ5で生成された塗装面の欠陥情報も画像処理コントローラ5からホストコンピュータ14にアップロードされ、そこに蓄積される。

[0081] また、ホストコンピュータ14にネットワーク接続された端末によって制御される検査結果プロジェクタ15やプリンタなどが目視検査ステーションに備えられ、画像処理コントローラ5からホストコンピュータ14を介して送られてくる欠陥情報に基づいて、検査結果プロジェクタ15を介して欠陥位置などを検査員に指示するように構成されている。

[0082] 上述のように撮像ユニット300は、照明部3の発光面3a及び撮像カメラ4のレンズ面(撮像面に相当)4aは、搬送ロボット2によって搬送されるバンパー1の被検査面に対向して、その照明面3a及び撮像面4aの法線と被検査面の法線とが一致するように、さらに離間距離が一定となるように追従制御される。

[0083] 図4に示すように、照明部3は多数の発光素子(この実施形態ではLED素子を用いるので以後LED素子と称することにする)30を、六角形のスペースを残すような網目状(リング状)のレイアウトパターンで、しかもこの六角形レイアウトパターンを繰り返すように連続的に(隣接するLED素子30との間をつめながら)配置した構成を有している。六角形網目状に配置されたLED素子30によって残されたスペースは、ここでは暗面31と呼ばれ、黒もしくは暗色のプレート面である。

[0084] 網目状に配置されたLED素子30によって多くの暗面31が現出しているが、その内の中央軸上に均等分散して位置する暗面31に撮像カメラ4のレンズ面4aが位置されて、複数の撮像カメラ4が照明部3に組み込まれた構成とされている。使用に際しては、撮像カメラ4の焦点は、塗装面ではなく照射部3の発光面3aに合わせる。

- [0085] 画像処理コントローラ5は、CPUを中核部材として、この表面欠陥検査装置100の種々の動作を行うための機能部をハードウェア又はソフトウェアあるいはその両方で構築している。
- [0086] 図6に示されているように、本発明に特に関係する機能部として、欠陥評価部6は画像処理手段として働き、メモリ8に展開された入力画像を欠陥検出に適した形態に変換する前処理部60Aと、前処理された入力画像を用いて被検査面上の欠陥を見つけ出す欠陥決定部60Bに分けることができる。
- [0087] 前処理部60Aは、入力画像に対する輝度調整を行う輝度調整部61と輝度調整された入力画像を2値化処理する2値化処理部62からなる。この実施形態の輝度調整部61は、ガンマ調整だけではなく、入力画像に含まれている発光像の輝度レベルが塗装色や塗装面毎の基準となる正常な被検査面から得られるLED素子の発光像の輝度レベルに達するように画素領域単位の輝度調整も行うように構成されている。
- [0088] また、2値化処理部62は、入力画像の濃淡ヒストグラムから統計的手法で2値化閾値を決定する2値化閾値決定部62aやノイズ消しのために入力画像に対して平滑化フィルタをかけるとともに発光像や欠陥像の輪郭を強調するためにSobelフィルタなどのエッジ強調フィルタをかける画像特徴抽出部62bを備え、2値化閾値決定部62aによって決定された2値化閾値を用いて画像特徴抽出部62bで強調された入力画像を2値化画像にする。
- [0089] 2値化処理部62によって2値化された入力画像の一例が図7に示されている。この2値化明暗画像においては、輝度の高い領域は白く表示されているが、六角形レイアウトパターンで連続配置された発光像であるLED素子群は敷き詰められた六角形状の連続して繋がった白い輪郭線として表示され、暗面31に対向する塗装面領域は暗領域として表示され、場合によっては存在する塗装欠陥はその周囲からの照射光による乱反射により暗領域に浮かぶ白い独立した領域として表示される。
- [0090] このことから、欠陥検出は、2値化画像において、輝度が突出している領域(この実施形態では白い領域)であって所定のパターンで連続していない領域、つまり孤立点を探し出せばよいことになる。所定レベルの輝度値(濃度値)を有しながら連続する画素を探したり、孤立した領域を探したりする画像処理アルゴリズム自体は良く知ら

れたものを用いることができる。

[0091] しかしながら、被検査面ここでは塗装面の形状による照射光に対する反射特性の変動等によって、図8に拡大して示すように、本来は連続して繋がった線として現れるLED素子30の発光像に途切れが生じ、その途切れた部分が欠陥として誤検出される可能性がある。このような誤検出を適切に回避するように欠陥決定部60Bは実質的にはプログラムで構成されている。

[0092] つまり、この欠陥決定部60Bは、所定数以内の画素数から構成される非連続の独立した画素領域を孤立点として検出して欠陥候補とする欠陥候補抽出部63と、連続配置されたLED素子30の発光像を示す領域(この領域を抽出する手段が連続明領域抽出手段である。)に含まれる欠陥候補を欠陥候補から除外する欠陥候補選別部(この除外処理を行うのが排除手段である。)64と、この欠陥候補選別部64で欠陥候補から除外された孤立点領域及び背景などの不要画像領域を統合して欠陥判定対象外領域としてマスク処理する画像マスク生成部65と、画像マスク外に位置する複数の欠陥候補領域を識別するために異なる欠陥候補領域には異なるラベル(番号)を割り当てるラベリング処理を行うラベル設定部66と、各ラベリングされた欠陥候補領域の面積を演算する面積演算部67と、この面積演算部67からの面積情報に基づいて欠陥候補を真の欠陥と判定して欠陥マップに書き込む欠陥判定部68を備えている。このようにして、結果的に、本願にいう閉暗領域抽出手段と、これに対する独立明領域抽出手段が構成されている。

[0093] 欠陥候補選別部64は、欠陥候補抽出部63で抽出された欠陥候補を選別するために、撮像カメラ4から順次送られてくる画像から所定回数欠陥候補として抽出されているかどうかをチェックすることで突発的に生じる明領域を欠陥候補として認識することを防止する欠陥候補時系列判定部64aと、図8からよく理解できるように抽出された欠陥候補(孤立点)が連続している発光像の延長線上に位置しているかどうかをチェックすることで発光像の途切れ部を欠陥候補として認識することを防止する発光像非連続部探索部64bを備えている。

[0094] この発光像非連続部の探索は、連続する発光像画素を辿っていきながらその途切れ端の延長線領域に位置する暗領域を抽出する形状特徴抽出アルゴリズム等を用

いて行うことが可能であり、この途切れ領域に存在する孤立点は欠陥候補から除外される。

- [0095] このように構成された欠陥評価手段6による塗装面の欠陥評価の手順を図9のフローチャートを用いて以下に説明する。
- [0096] まず、撮像カメラ4から画像入力部7を介して順次送られてくるフレーム画像をメモリ8に取り込む(#01)。取り込まれた入力画像は、輝度調整部61によって輝度(濃度値)調整される(#02)。その際入力画像の特徴量が必要となるが、その特徴量は入力画像を所定の区画数で区画し、各区画毎に演算された濃度平均値の最大値を特徴量とすることが好ましい。
- [0097] この特徴量は次の2値化閾値の決定は撮像カメラ4のレンズ開口度の調整にも利用できる。2値化閾値決定部62aで2値化閾値が決定されるとともに(#03)、画像特徴抽出部62bで画像の平滑化及びエッジ強調を行った後(#04)、この入力画像は2値化処理されて2値化画像となる(#05)。
- [0098] 2値化された入力画像から、陥候補抽出部63によって、所定数以内(画像解像度等から予め決定される)の画素数からなる孤立した明画素領域が欠陥候補として抽出される(#06)。
- [0099] 抽出された欠陥候補のうち外乱光等により瞬時的かつ局地的に生じる孤立点に属する欠陥候補は欠陥候補時系列判定部64aによって欠陥候補から除外され(#07)、さらに抽出された欠陥候補のうち発光像の途切れ領域に位置する孤立点に属する欠陥候補は発光像非連続部探索部64bによって欠陥候補から除外される(#08)。
- [0100] 発光像非連続部探索部64bによって見つけ出された発光像の途切れ領域を含むその周辺領域は、ホストコンピュータ14から伝送される被検査物としてのバンパー1の形状情報や搬送ロボット2による搬送位置情報に基づいて決定される被検査面としての塗装面以外の背景領域とともに不要画素領域として画像マスク生成部65によってマスク処理される(#09)。
- [0101] なおこの実施形態では、ホストコンピュータ14から得られる搬送位置情報は、実際の位置とは異なる可能性があるので、レーザーセンサなどを用いてリアルタイムでのバンパー1の位置ずれをチェックして、その画像マスクの位置を修正している(#10)。

[0102] このようにして欠陥候補の選別や背景画像の除去を終えた後、残されている欠陥候補(孤立点)をラベリングし(#11)、各ラベルを割り当てられた孤立点の面積を演算し(#12)、予め設定されている面積条件(閾値以上の面積をもつかどうか)を満たしている孤立点だけが真の欠陥として判定し(#13)、その座標位置及びサイズなどを欠陥マップに書き込む(#14)。

[0103] [後処理]

以上で欠陥評価手段6による塗装面の欠陥評価の手順は終了するが、この手順を通じて塗装面の検査が終わると、目視検査ステーション203において、ホストコンピュータ14を介して画像処理コントローラ5から送られてきた欠陥マップのうち、目視検査ステーション203に搬入されたバンパーのIDに一致するIDを付与されている欠陥マップを用いて、欠陥照合が行われる。

[0104] その際、検査員による照合作業を容易にするため、該当する欠陥マップに基づいて欠陥箇所を指摘するように検査結果プロジェクタ15を動作させると好都合である。もちろん、そのような欠陥マップに基づく欠陥情報を表面欠陥検査装置100の出力部10に接続されたプリンタ13によって紙出力し、この出力用紙をバンパー1に貼り付けてもよい。

[0105] 上述した実施形態では、照明部3が六角形の網目状に連続配置されたLED素子群で構成されていたが、その網目状形態は六角形以外を採用してもよいし、発光素子30としてLED素子以外を採用してもよい。

[0106] [別実施形態]

以下、本願の別実施の形態について説明する。

1. 上記の実施の形態にあつては、自動車ボディ(特にバンパー)の塗装面の検査を行う例を示したが、検査対象としては任意の表面欠陥を有する被検査面を対象とできる。この種の例としては、プレス形成品の表面検査等がある。

[0107] 2. 上記の実施の形態では、本願に係る表面欠陥検査装置においてその照明部を構成するに、

多数の発光素子を内部に暗面を形成するように配置したが、この構造を採用することなく、背面側からの散乱光を網目状に形成されたスリットを通過させて、構成しても

よい。

この構成例を図10に示した。同図に示す例にあつては、複数の蛍光管111が内部に配設される照明箱112に対して、その前面部位に拡散板113を設けるとともに、この拡散板113の前にスリット及びその内部の暗面を形成するためのスリット板114を配設して、本願の目的に適合した照明部を構成している。

- [0108] 3. これまで説明して来た例にあつては、暗面は全て円としてきたが、図11に示すように様々に構成できる。(a)は暗面を正方形とした例を、(b)は暗面を横長の楕円とした例を、(c)は(a)に記載のものに対して、暗面を千鳥状に配置したものである。一方(d)は暗面を比較的小面積の三角形としたものである。

(a)に示す構造は、欠陥の映り込みが実質的に左右方向と上下方向で発生する場合に好ましい。一方、(b)に示す構造は、被検査面が曲面をしており、撮像側で上下方向に伸びた暗面が形成される場合に、採用することが好ましい。(c)に示す構造は、欠陥の形成が上下方向に連続して形成される傾向がある場合に有効であり、千鳥配置された上下2段の方形の暗面のいずれかで、上下方向に連続した欠陥を検出できる。さらに、(d)の場合は、比較的小さな欠陥を検出しやすい。

- [0109] 4. 先に示した実施の形態では、発光素子のレイアウトパターンとして六角形のレイアウトパターンを示したが、暗面の中心に均等な光量を確保するとも目的からは、円に近いレイアウトパターンが好ましく、図12に示す例は八角形としたものである。

また、この例にあつては、図13に示すように、被検査面の移動方向である左右方向において、sで示すように発光素子が重なる配置部が存在し、この構成を採用すると、経路Aにあつては、欠陥検出上、経路Bと比較して問題が発生することがある。そこで、この場合は図14に示すように、発光素子のレイアウトパターンの何れの部位s1、s2も、被検査面の移動方向(経路C、D)に対して、重なる部位がないことが好ましい。

- [0110] 5. 上記の実施の形態にあつては、欠陥抽出を2値化処理を介して行つたが、3値化処理に基づいておこなつてもよい。

3値化における画像処理の状態を図15に示した。

図15は原画像(a)、3値化処理後の画像(b)、排除処理後の画像(c)をそれぞれ

示すものであり、(a)では、白い部分は輝度を有する部分C1、C3を、影をつけた部分C2は暗い欠陥部位を示している。(b)では(a)における中間階調の部分に影部で、(c)では、注目点を影部C3で示している。

これらの画像は、左上端部から2行2列目にある暗面に対応する塗装部位に欠陥がある場合を示している。他の部位は正常な状態を示している。

[0111] 撮像画像には、(a)に示すように、照明側の明部分に対応する高輝度K1の部分C1と、暗部分に対応する低輝度K2の部分C2とから成立する。

そして、その中間輝度K3の部分を取ると、(b)に示すように、リング状の中間輝度K3の部分C4と、欠陥による中間輝度K3の部分C3が抽出できる。

そして、これに対して膨張・収縮処理を施すことで、実際には比較的狭い領域であるリング状の中間輝度領域を消去でき(cに示す)、結果的に欠陥に対応した部位のみを残すことができる。

[0112] 6. 上記の実施の形態にあつては、被検査面は平面として説明したが、曲面の場合は、撮像側で暗面形状が所定の検出に好ましい形状となるようにパターン配置することが好ましい。図16は、この例を示している。

先にも示したように、被検査面が曲面の場合、網目が特定の方向でゆがむ等の現象が発生する。図16(b)は、リング状の照射光を照射した場合に、被検査面が紙面横方向に中心軸を有する場合に、画像上下方向で詰まった楕円の眼鏡状リングが形成されていることを示している。

[0113] この種の歪みの発生は、リング状の明領域内に、独立の明領域を形成させて、それを抽出して欠陥画像を得るとする、本願手法上の障害となる。

従って、前記被検査面が曲面である場合に、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記被検査面の曲面形状に対応した前記照射面における照射光の網目状分布を設定することが好ましい。

例えば、図16(c)に示すように、画像上下方向の収縮が発生する曲面を対象とする場合、この収縮を見込んで、網目分布を縦長のものとしておく。

このようにしておく、撮像画像においては、連続した明部として認識される部位内の、網目内部に対応する暗部の面積を所定面積以上、確保することができ、欠陥存

在の影響により、中間輝度の領域が網目内に形成される場合も、その形成が独立領域となるようにすることが可能となり、本願手法を適用して、良好に検出を行うことができる。

[0114] 上記の実施形態にあつては、検査システム200を構成するに、ストックステーション202、本願に係る表面欠陥検査装置100、目視検査ステーション203の順に、配置する例を示したが、このシステムを所定の表面加工(塗装、プレス成形等)を伴った製造・検査システムとする場合、ストックステーション、塗装等を実行する加工処理部、表面欠陥検査装置、目視検査ステーションの順に、各工程部を配置することとなる。

[0115] 上記の実施形態にあつては、発光素子の発光面と、撮像カメラの撮像面とを同一平面上に位置させたが、被検査面からの離間距離で両面が異なった位置にあつてもよい。

産業上の利用可能性

[0116] 微小な塗装欠陥を確実に検出できる表面欠陥検出装置を得られた。

図面の簡単な説明

[0117] [図1]本発明に係る表面欠陥検査装置を採用する検査システムの概略構成を示す図

[図2]本発明に係る表面欠陥検査装置の概略全体構成を示す図

[図3]本発明に係る表面欠陥検査装置の概略全体構成を示す図

[図4]本発明に係る表面欠陥検査装置の撮像ユニットを示す図

[図5]本発明に係る表面欠陥検査装置の撮像ユニットの制御・情報処理系を示す図

[図6]表面欠陥検査装置に実装されている欠陥評価手段の構成を示す機能ブロック図

[図7]2値化された入力画像を説明する説明図

[図8]発光像の途切れ部に存在する孤立点を説明する説明図

[図9]欠陥評価手段による被検査面の欠陥評価の手順を示すフローチャート

[図10]蛍光管と拡散板とにより照明部を構成して別実施の形態

[図11]暗面の別構成を示す例

[図12]照明部を別の発光素子の配置で構成した例

[図13]図12に示す発光素子の配置を採用した場合の問題点を示す図

[図14]図11に示す例に対して、好ましい発光素子の配置例を示す図

[図15]3値化処理を行う場合の欠陥抽出の状況を示す説明図

[図16]被検査面が曲面の場合の好ましい発光素子の配置の説明図

[図17]従来型のバンパー検査システムの構成を示す図

[図18]ストライプ状の照射光を示す検査原理の説明図

符号の説明

- [0118] 3 : 照明部
4 : 撮像カメラ
5 : 画像処理コントローラ
6 : 欠陥評価部(手段)
30: 発光素子(LED素子)
31: 暗面
60A:前処理部
60B:欠陥決定部
61: 輝度調整部
62: 2値化処理部
63: 欠陥候補(孤立点)抽出部
64: 欠陥候補選別部
65: 画像マスク生成部
66: ラベル設定部
67: 面積演算部
68: 欠陥判定部

請求の範囲

- [1] 被検査面に所定のパターン形状の照射光を照射し、被照射状態にある前記被検査面の撮像画像により前記被検査面を検査する表面欠陥検査方法であって、
前記照射光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい照射光を照射面より照射し、
前記撮像画像における、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報に基づいて、前記被検査面を検査する表面欠陥検査方法。
- [2] 正常な被検査面に前記照射光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、
撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を注目領域とする請求項1記載の表面欠陥検査方法。
- [3] 前記被検査面の照射領域に対応する画像領域を、連続する明領域として抽出するとともに、前記連続する明領域を注目領域から排除する請求項1項記載の表面欠陥検査方法。
- [4] 前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域を、閉じた暗領域として抽出するとともに、前記閉じた暗領域内に独立の明領域が存在する場合に、前記独立の明領域を注目領域とする請求項1記載の表面欠陥検査方法。
- [5] 前記被検査面が曲面である場合に、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記被検査面の曲面形状に対応した前記照射面における照射光の網目状分布を設定する請求項1〜4のいずれか1項記載の表面欠陥検査方法。
- [6] 被検査面に所定のパターン形状の照射光を照射する照射手段と、前記照射光が照射された被照射状態にある前記被検査面の撮像画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られる撮像画像を画像処理する画像処理手段とを備えた表面欠陥検査装置であって、
前記照射手段は、前記照射光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に

分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい照射光を照射面より照射し、

前記画像処理手段は、前記画像処理において、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報を処理可能に構成されている表面欠陥検査装置。

[7] 前記画像処理手段が、

正常な被検査面に前記照射光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を抽出する中間輝度領域抽出手段を備えた請求項6記載の表面欠陥検査装置。

[8] 前記照射手段において前記照射光が、網目状に分布された複数の発光素子により形成される請求項6記載の表面欠陥検査装置。

[9] 前記照射手段において前記照射光が、網目状に分布された幅狭のスリット間を透過して形成される請求項6記載の表面欠陥検査装置。

[10] 前記照射手段において、

前記被検査面の曲面形状に対応して、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記照射面における照射光の網目状分布を設定されている請求項6～9のいずれか1項記載の表面欠陥検査装置。

[11] 所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラと、前記撮像カメラの撮像情報を出力する出力部を備えた表面欠陥検査装置であって、

前記レイアウトパターンが前記発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させたものであり、少なくとも1つの前記暗面に前記撮像カメラが前記被検査面から反射される前記各発光素子の照射光を受光するように配置されている表面欠陥検査装置。

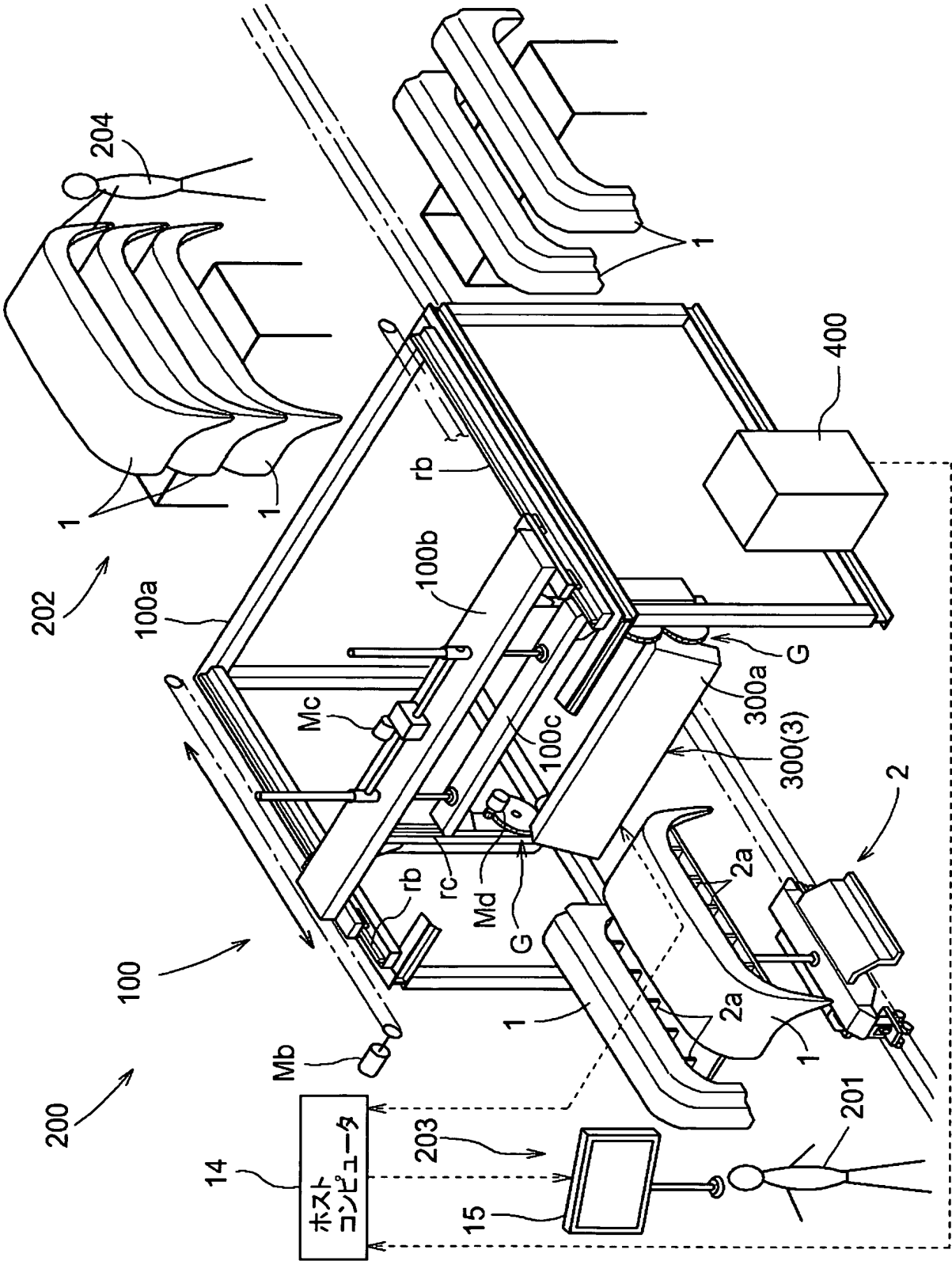
[12] 前記出力部からの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価部を備えた請求項11記載の表面欠陥検査装置。

[13] 前記レイアウトパターンが、所定方向において繰り返される繰り返しレイアウトパター

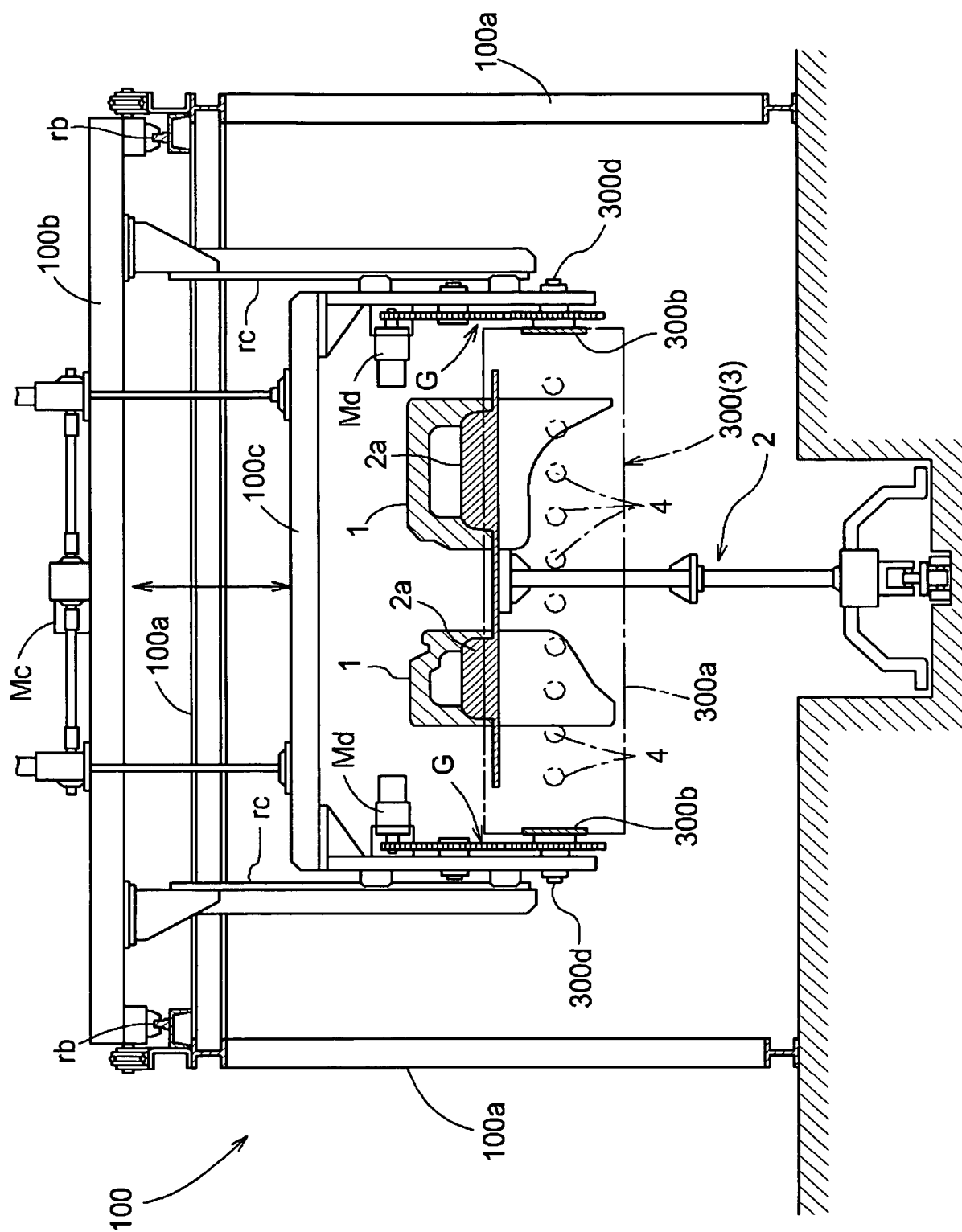
ンである請求項11又は12記載の表面欠陥検査装置。

- [14] 前記被検査面を前記複数の発光素子及び前記撮像カメラに対して相対搬送移動する搬送機構を備え、
前記レイアウトパターンの繰り返し方向が前記相対搬送方向である請求項11又は12記載の表面欠陥検査装置。
- [15] 前記複数の発光素子の発光面と、前記撮像カメラの撮像面が同一平面内にある請求項11又は12記載の表面欠陥検査装置。
- [16] 前記撮像カメラの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価手段とから構成され、
前記欠陥評価手段が、前記出力信号から生成された前記被検査面の明暗画像における孤立した突出輝度領域を欠陥候補と判定する孤立点抽出部と、前記明暗画像における前記連続配置された発光素子の発光像を示す領域に含まれる前記欠陥候補を欠陥候補から除外する欠陥候補選別部を備えていることを特徴とする請求項11記載の表面欠陥検査装置。
- [17] 前記出力信号から前記明暗画像を生成する際に基準となる正常な被検査面から得られる前記連続配置された発光素子の発光像の輝度レベルに、実際の検査時の連続する発光像領域の輝度レベルが一致するように画像処理を行う前処理部が備えられていることを特徴とする請求項16に記載の表面欠陥検査装置。
- [18] 欠陥候補から除外された前記突出輝度領域を含むその周辺領域及び背景などの不要画像領域が統合されて欠陥判定対象外領域としてマスク処理されることを特徴とする請求項17に記載の表面欠陥検査装置。

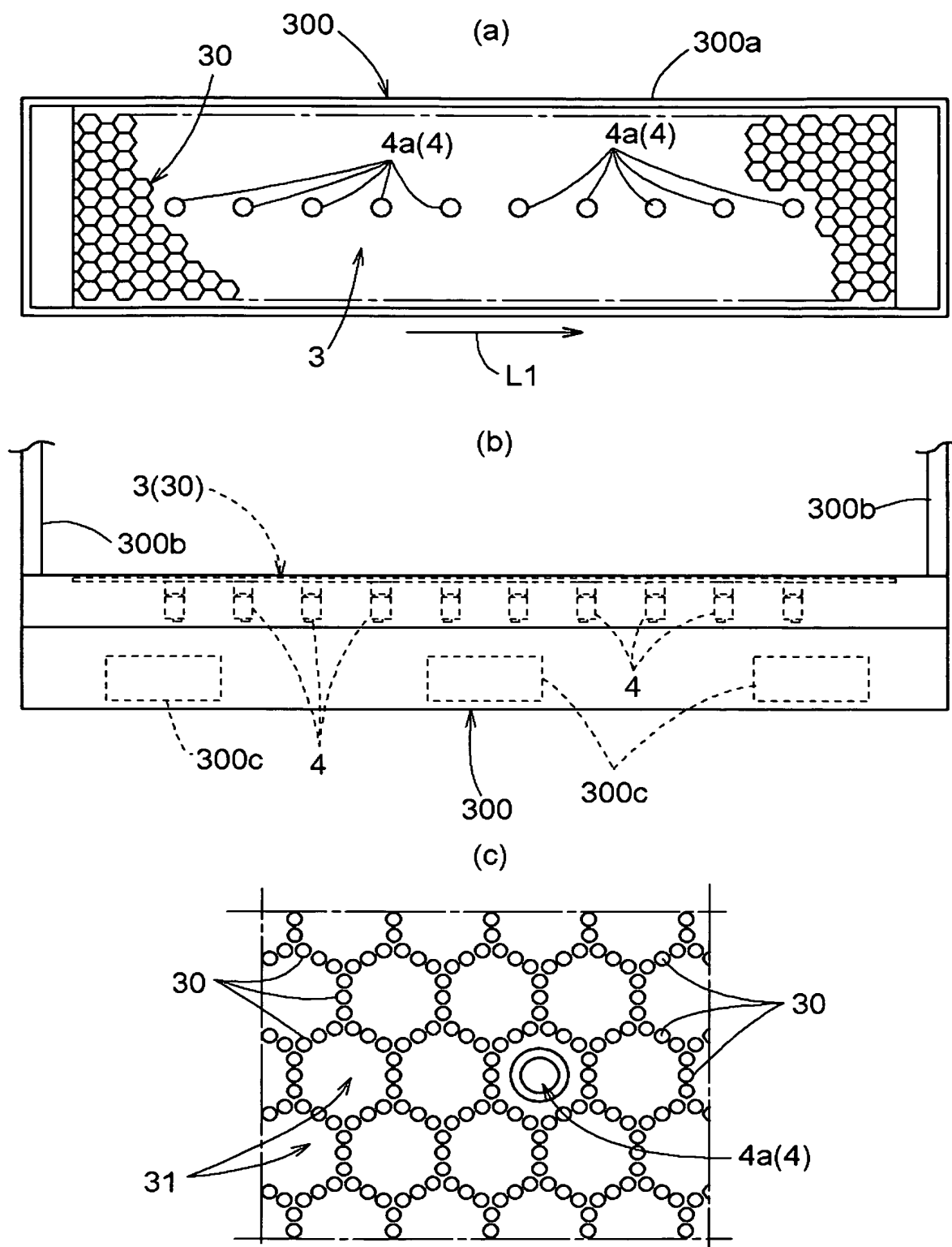
[図1]



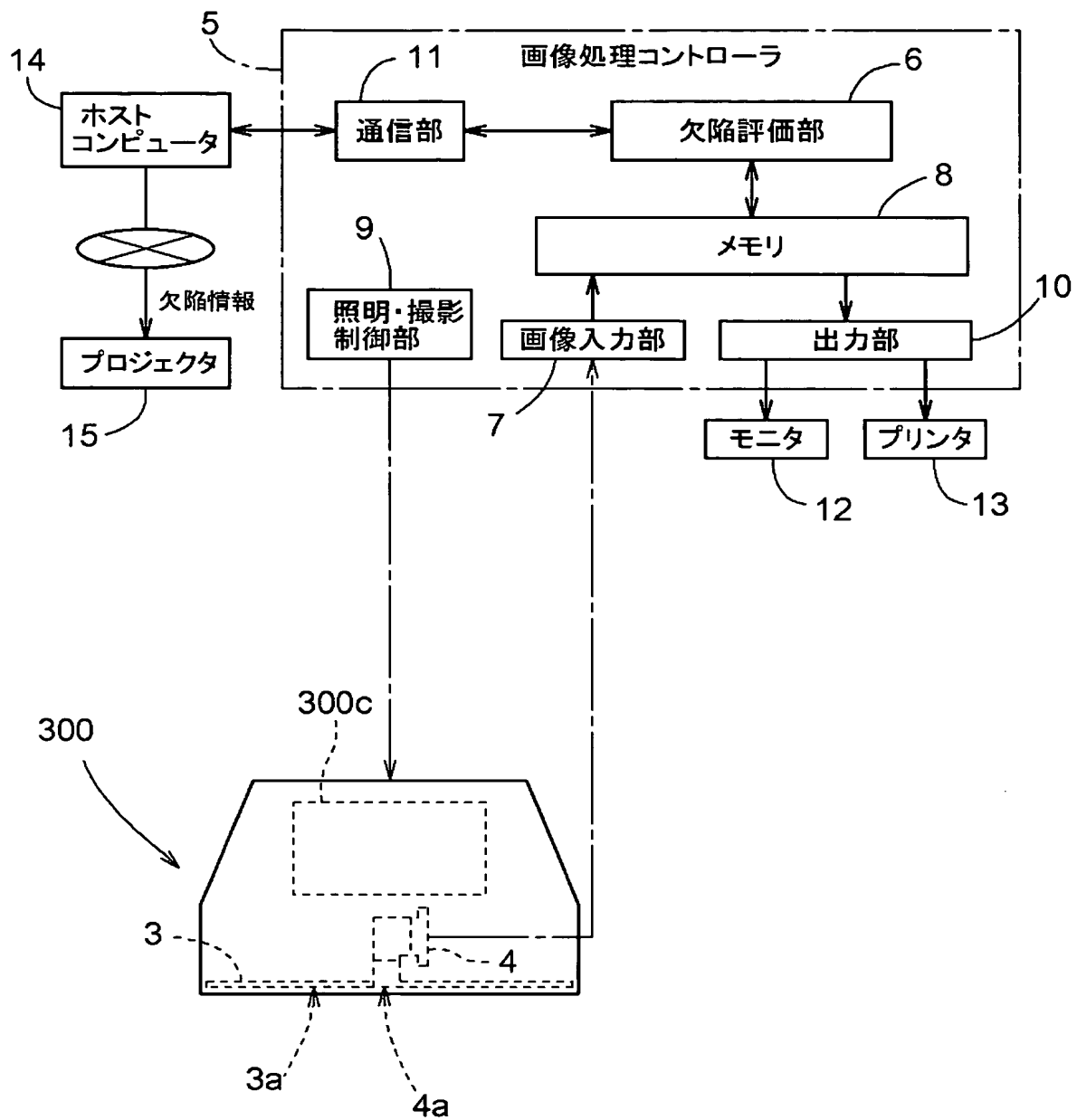
[図3]



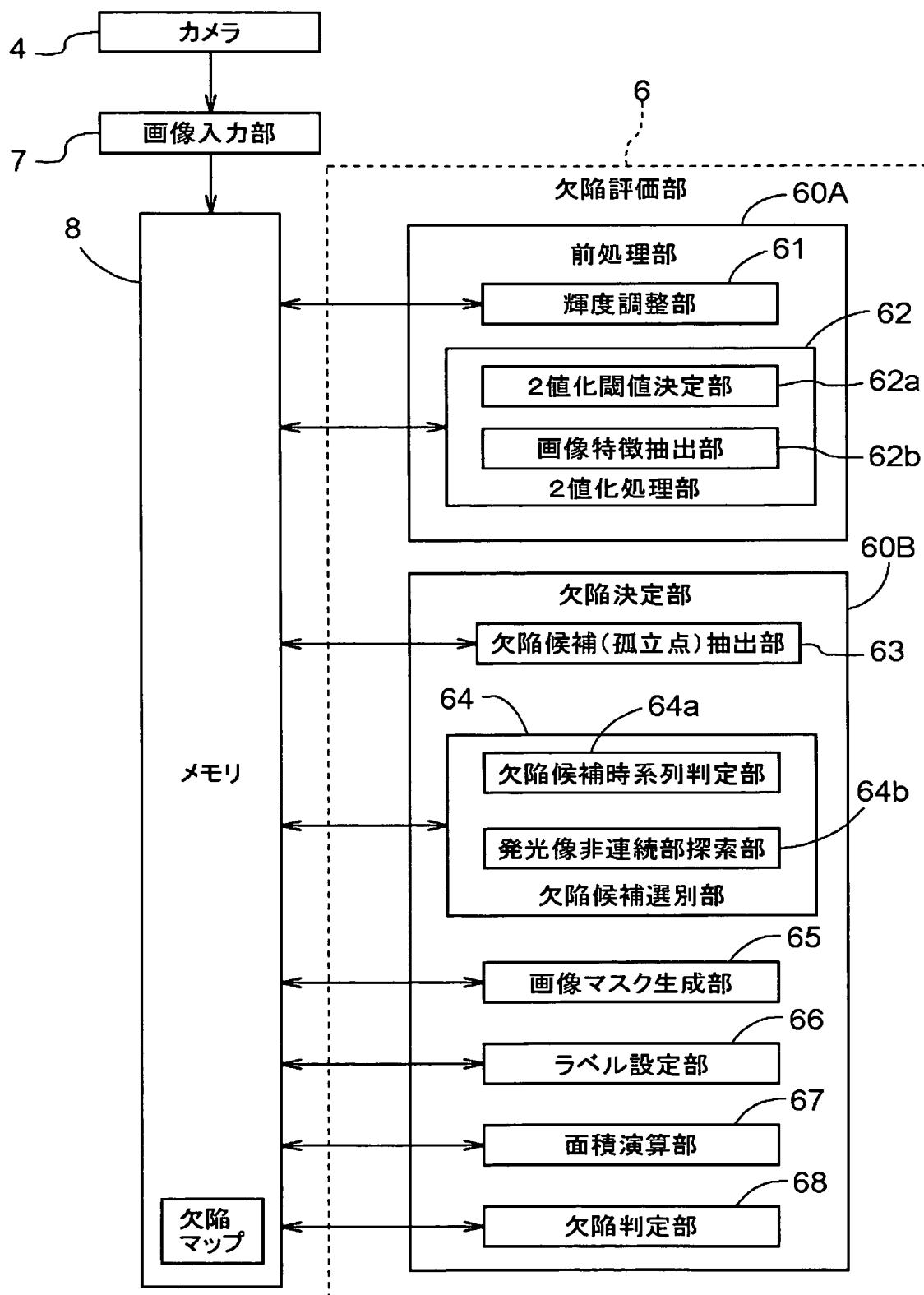
[図4]



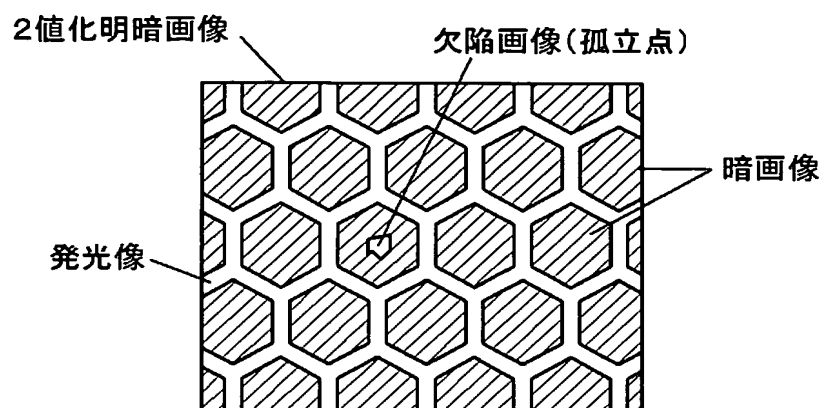
[図5]



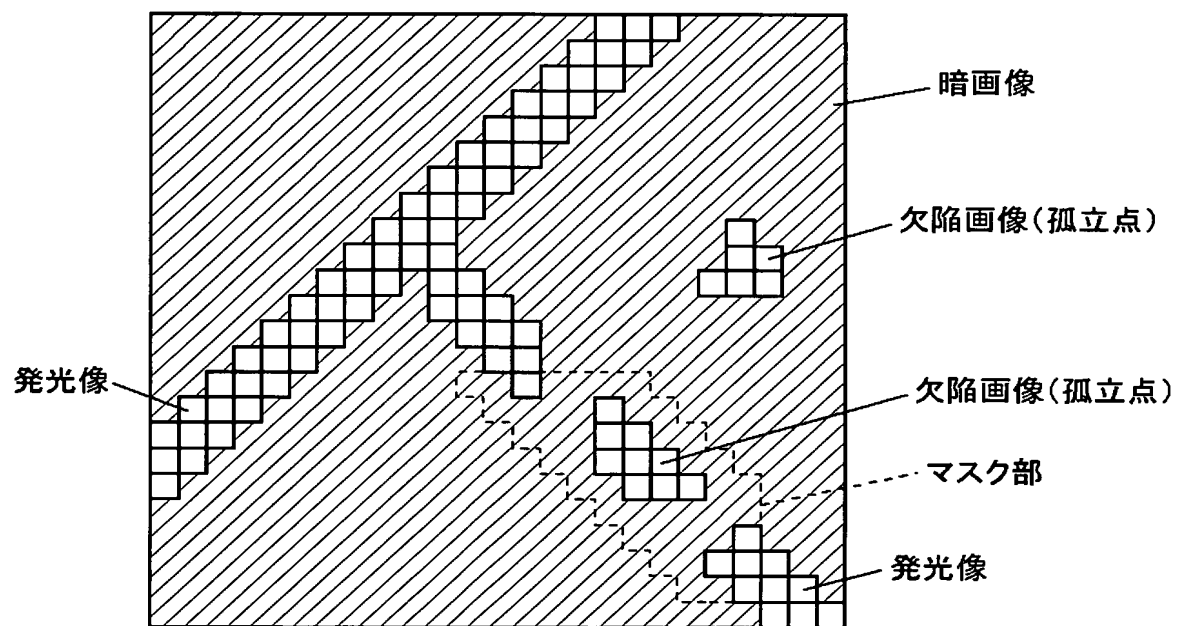
[図6]



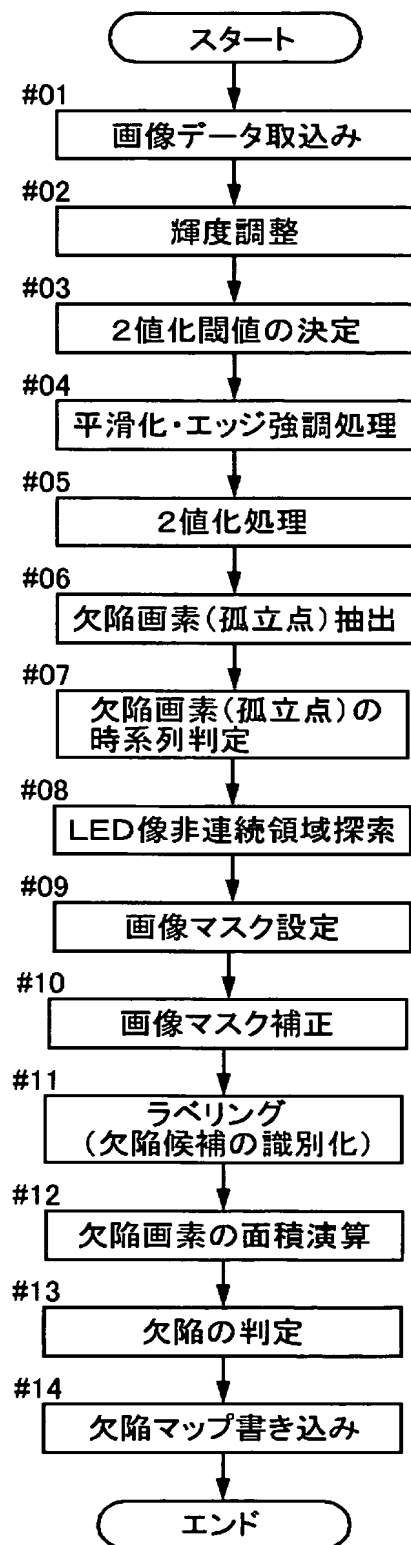
[図7]



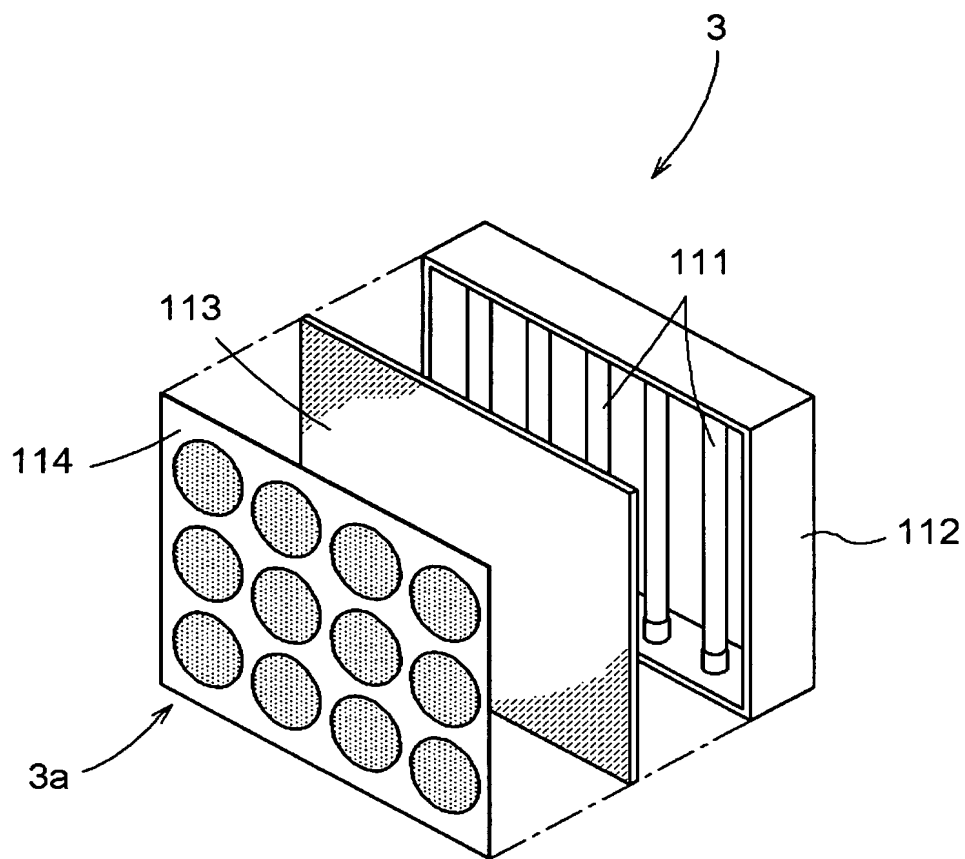
[図8]



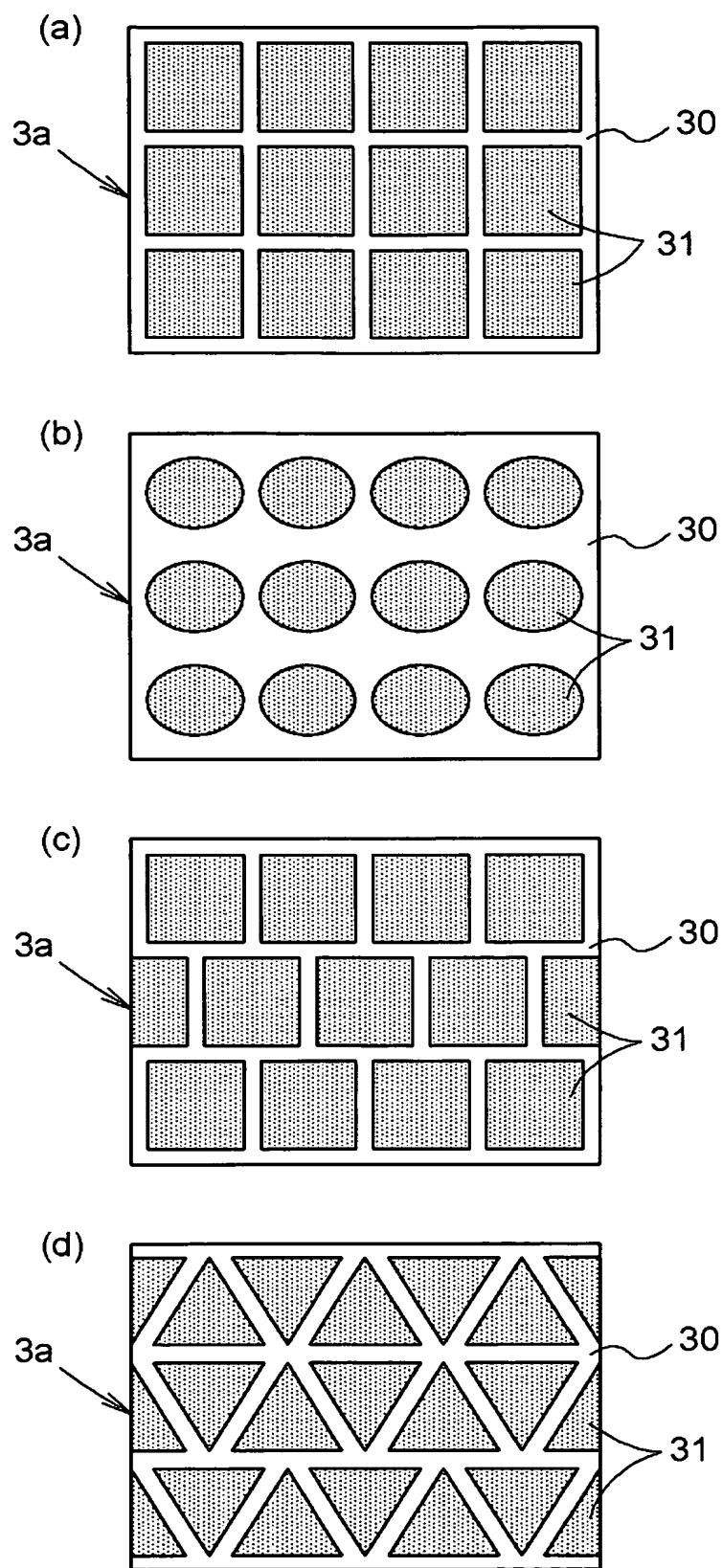
[図9]



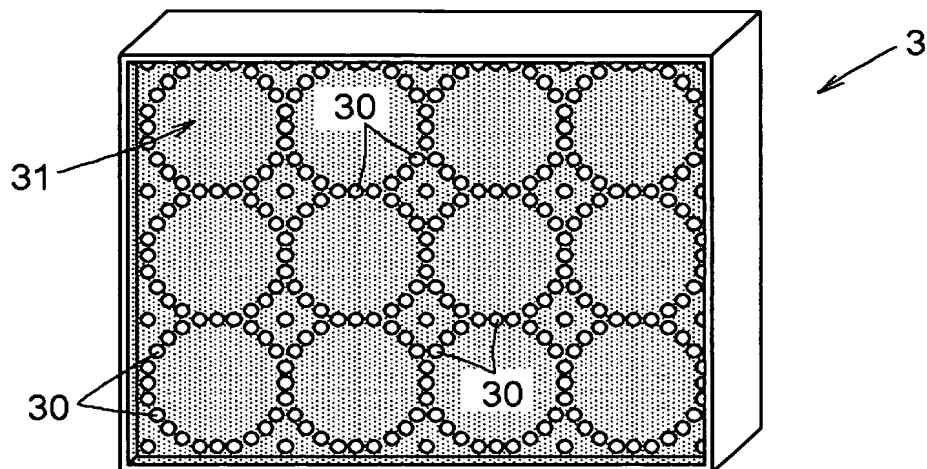
[図10]



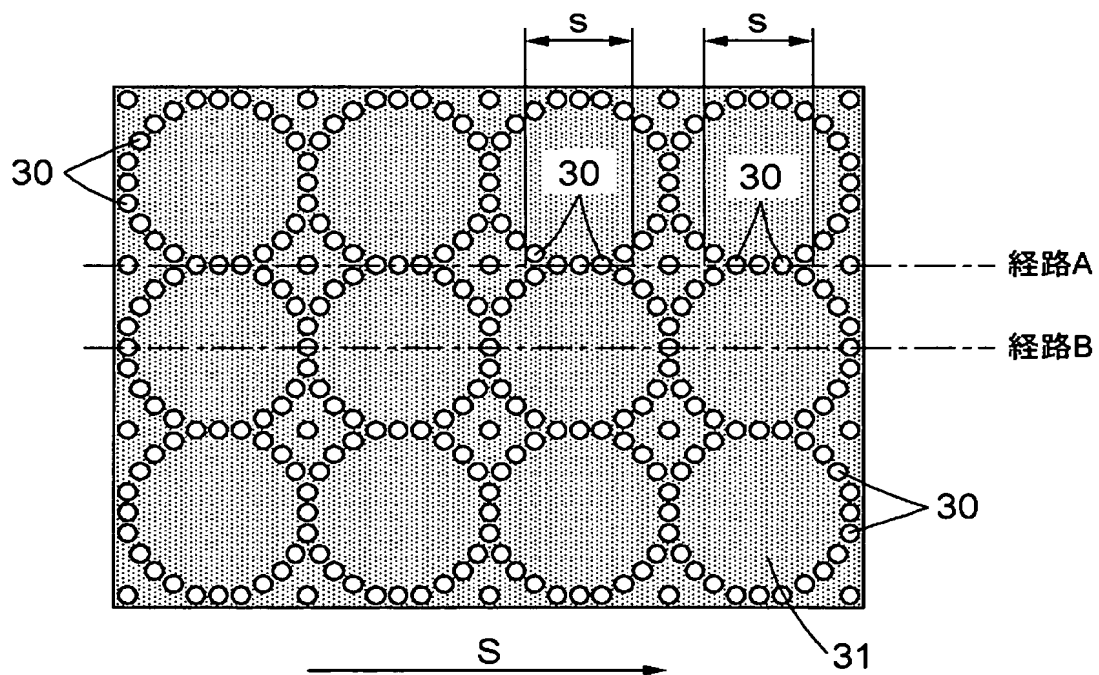
[図11]



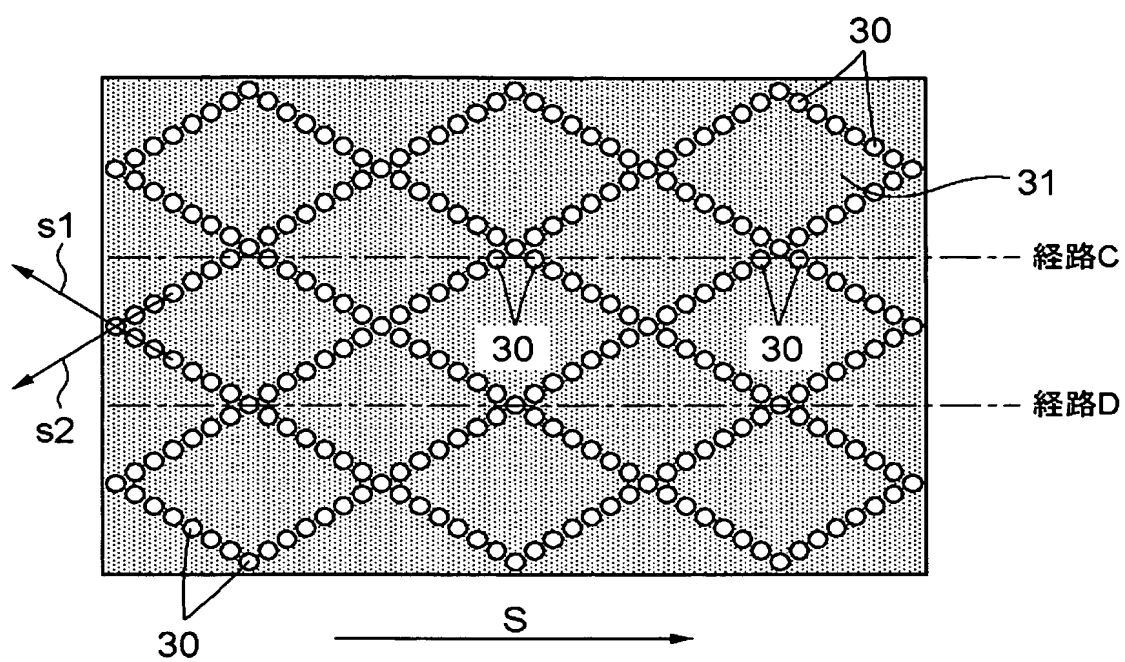
[図12]



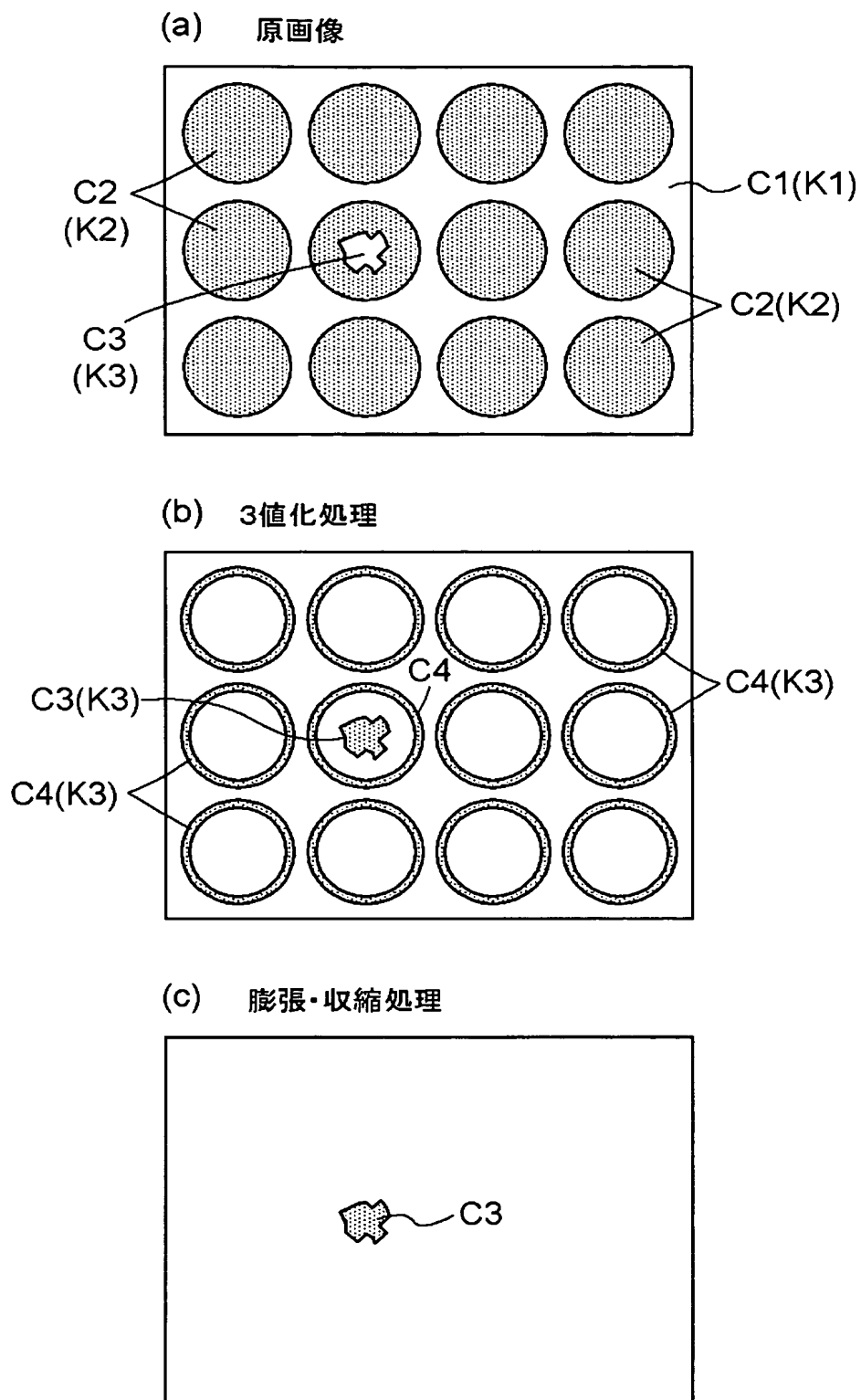
[図13]



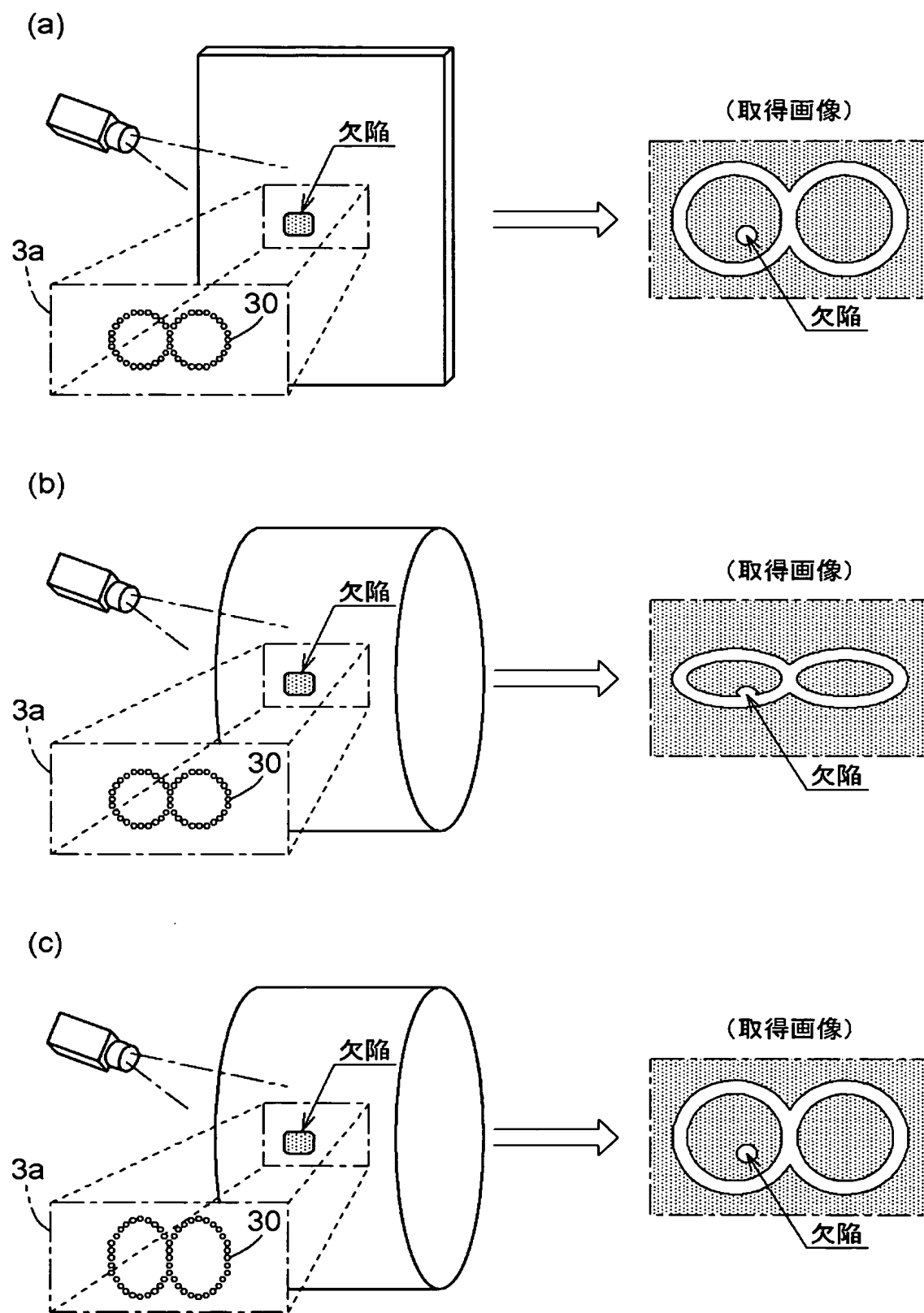
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015466

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01N21/88, G01B11/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-59717 A (Toyota Motor Corp.), 06 March, 2001 (06.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-3, 6-7, 9, 11-13
A	JP 2000-321037 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 11-12
A	JP 6-242019 A (Kanto Auto Works, Ltd.), 02 September, 1994 (02.09.94), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 11-13, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 January, 2005 (05.01.05)

Date of mailing of the international search report
25 January, 2005 (25.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015466

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2000-136917 A (Moritex Corp.), 16 May, 2000 (16.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 11, 14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/88, G01B11/30

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2001-59717 A (トヨタ自動車株式会社) 2001. 03. 06, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-3, 6-7, 9, 11-13
A	J P 2000-321037 A (日産自動車株式会社) 2000. 11. 24, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 6, 11-12
A	J P 6-242019 A (関東自動車工業株式会社) 1994. 09. 02, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 6, 11-13, 15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 01. 2005

国際調査報告の発送日

25. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田邊 英治

2W

9409

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-136917 A (株式会社モリテックス) 2000.05.16, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 6, 11, 14